International Science Journal of Management, Economics & Finance
2022; 1(4): 1-8
https://isg-journal.com/isjmef/
doi: 10.46299/j.isjmef.20220104.01
ISSN: 2720-6394

Ентропійні процеси в забезпеченні самоорганізації банківської системи

Наталія Ткачук
Кафедра менеджменту, фінансів, банківської справи та страхування, Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова, м. Хмельницький, Україна
ORCID 0000-0003-1947-7565

Для цитування цієї статті:
Ткачук Наталія. Ентропійні процеси в забезпеченні самоорганізації банківської системи. International Science Journal of Management, Economics & Finance. Vol. 1, No. 4, 2022, pp. 1-8. doi: 10.11648/j.isjea.20220104.01.
Надійшла до редакції: 13 серпня 2022 р.; **Схвалено:** 20 серпня 2022 р.;
Опубліковано: 01 жовтня 2022 р.

Анотація. Економічна система за характером своєї поведінки сьогодні є нестаціонарною, нерівноважною та нестійкою, що й зумовлює появу нелінійних процесів у функціонуванні банківської системи. В роботі розглянуто теоретичні питання взаємовпливу та взаємозв’язку ентропії та інформації, а також з’ясовано їх вплив на процеси самоорганізації в банківській системі. Підкреслено необхідність виявлення передмови самоорганізації банківської системи з врахуванням інформаційного фактора та рівня ентропії системи. Принциповою умовою самоорганізації в банківській системі є переведення системи в нерівноважний стан, коли вона стає досить чутливою до зовнішніх збурень. Відзначено, що пізнання сутності ентропії має сьогодні не лише теоретичну, а й практичну значущість для розробки й реалізації концепції самоорганізації банків. З позицій ентропійного підходу розкрито природа та умови самоорганізації в банківській системі. Відмічено, що ентропія являє собою міру невпорядкованості системи, а її зростання посилює хаос й може призвести до руйнівних наслідків у функціонуванні системи. Процеси самоорганізації в банківській системі будуть можливими лише в тому випадку, коли буде зростати її впорядкованість. Доведено, що банківська система має ентропійно природу: зі збільшенням в ній накопиченої управлінської інформації, зменшується її ентропія й зростає рівень організованості та підвищується ефективність діяльності. Для ефективного функціонування сучасної банківської системи викликає значний інтерес пошук і аналіз залежності між показниками ентропії, накопиченої інформації та синергетичного ефекту з врахування дуалізму хаосу та порядку. На основі комплексу цих показників викладені результати проведеного дослідження, які розкривають динамічні властивості самоорганізації банківської системи.

Ключові слова: банківська система, синергетика, самоорганізація, хаос, ентропія, впорядкованість, інформація.

1. Вступ

Зростаюча мінливість зовнішнього середовища функціонування банківської системи суттєво посилює її невпорядкованість і нестійкість, що, в свою чергу, зумовлює консолідацію й трансформацію банків. Внаслідок цього, в мінливому середовищі банківська система піддається якісним змінам і перебудові: зміщуються швидкі й повільні фази розвитку, створюються та зникають структури системи. Тому, пізнання й інтерпретація умови самоорганізаційних процесів у функціонування банківської системи має не лише

теоретичну, а й практичну цінність для проектування можливих наслідків консолідації банків й утворення в результаті цього синергетичних ефектів.

Хаотизація банківської системи порушує впорядкованість її поведінки, стають надчутливими навіть дуже слабкі збурення, які можуть породити принципово інший режим поведінки еволюціонуючої системи. В контексті синергетики, хаотична система з плином часу піддається складним перетворенням з набуттям впорядкованого режиму функціонування [1-4]. Відтак, вважаємо за необхідне провести інтерпретацію ентропії, виявити умову самоорганізаціних процесів у банківській системі й дослідити можливі варіанти впливу рівня насиченості інформацією на стан рівноваги та впорядкованості банківської системи.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є банківська система як економічна система мікро-рівня, якій властиві складність, динамічність і здатність до самоорганізації. Предметом дослідження виступають явища самоорганізації як наслідок постійних протиріч між стабільним розвитком та процесами координації, кооперування елементів системи в контексті ентропійної залежності функціонування банківської системи від кількості введеної до її середовища управлінської інформації.

3. Мета та задачі дослідження

Метою статті є дослідження передмов самоорганізації банківської системи з врахуванням інформаційного фактора та рівня ентропії системи.

4. Аналіз літератури

Концептуальні аспекти ентропійної інтерпретації поведінки складних систем містяться в фундаментальних дослідженнях зарубіжних вчених: Р. Клазіуса, Л. Больцмана, Дж. Гіббса, Н. Вінера, К. Шеннона, У. Ешбі та ін. Питання інтеграції та консолідації у банківському секторі розкриті в працях вітчизняних науковців: Г. Азаренкової, З. Васильченко, О. Вовчак, Г. Карчевої, О. Мороза, Т. Смовженко та ін. Віддаючи належне значному внеску вищезгаданих учених у дослідження даної проблематики, на наш погляд, існує необхідність наукового пояснення та обґрунтування сутності ентропії та її впливу на стан впорядкованості та самоорганізації банківської системи, що й зумовило мету та основні завдання дослідження.

5. Методи досліджень

В виконання роботи для теоретичного обґрунтування самоорганізаційних процесів у банківськоій системі використовувались методи абстрактно-логічного і системного аналізу, а також спеціальні методи: методи аналогії, порівняння та математичних залежностей.

6. Результати досліджень

Діяльність банківських установ в ринкових умовах супроводжується сьогодні зростаючим впливом потоку деструктивних невизначеностей і збурень, які здатні викликати хаотичну поведінку як банківської системи зокрема, так і економічної системи загалом. Внаслідок цього, банківська система піддається якісним змінам і перебудові: зміщуються швидкі й повільні фази розвитку, створюються та зникають структури системи.

Визначальною умовою оптимального функціонування банківської системи є її нерівноважна самоорганізація, яка важко піддається прогнозуванню класичними методами й підходами. Поняття самоорганізації вперше було запроваджено у 1947 р. й на початкових етапах його сутність досліджувалась в природничих науках [3,5]. Вчення про взаємодію та самоорганізацію складних систем є ключовим складником посткласичної науки, воно охоплює дослідження фракталів, теорію дисипативних структур, детермінованого хаосу, складності, самоорганізованої критичності, синергетики.

Глибинна закономірність функціонування складних систем, що здатні до самоорганізації полягає в поєднанні двох суперечливих тенденцій: прагнень до зростання ентропії та негентропії, що лежать в основі еволюції систем. Такий своєрідний дуалізм виявляється в залежності стану складної системи від переважання ентропійних або негентропіiних тенденцій, внаслідок чого в системі може або відбуватися процес занепаду й переходу її на більш низький рівень існування, або, навпаки, система може розвиватися в напрямку більш високого рівня. Тому варто відмітити, що формування сутнісного навантаження поняття самоорганізації в значній мірі сприяли дослідження в сфері синергетики, яку згодом у наукових колах почали вважати теорією самоорганізації.

Порядок в складних, нерівноважних системах утворюється з хаосу, в процесі якого внаслідок розсіювання енергії в системі, виникає дисипативна структура, що пов’язано із суттєвим зменшенням енергії системи та зростанням рівня її ентропії [5]. В нерівноважних середовищах втрата енергії компенсується її надходженням ззовні, саме завдяки цьому й відбувається процес самоорганізації системи [6, 7]. Принциповою умовою процесу самоорганізації банківської системи є переведення системи в нерівноважний стан, що можливо лише в тому випадку, коли система обмінюється зі своїм зовнішнім середовищем матеріально-енергетичними, фінансовими та інформаційними потоками й є досить чутливою до зовнішніх збурень. При цьому слід враховувати, що за умови нелінійності таких процесів навіть дуже незначні зовнішні збурення внаслідок їх багаторазового повторення й посилення можуть породжувати масштабні структурні зміни в системі. Порядок в нерівноважній системі може утворюватися з хаосу, в якому, внаслідок розсіювання енергії виникає дисипативна структура, що, в свою чергу, пов’язано із суттєвим зменшенням енергії системи й зростанням її ентропії.

Вважаємо за доцільне скористатися запропонованою відомим дослідником Г. Ферстером поняттям відносної ентропії (міри впорядкованості), що дає можливість з’ясувати момент настання порядку чи хаосу в системі [8]. Нагадаємо, що ентропія є доволі складним для розуміння поняттям фізики, оскільки суттєво відрізняється від інших термодинамічних величин (тиску, об’єму, внутрішньої енергії). Розуміння її сутності залежить від того, як дослідники розглядають складну економічну систему, тому, ентропія – не є суто властивістю системи, оскільки залежить від суб’єктивного бачення дослідників. Ентропія являє собою міру невпорядкованості системи; це характеристика її невпорядкованого стану [9, 10]. Іншими словами: ентропія – це міра складності системи, її ускладнення та розвитку, а не безладу. Ентропія не є властивістю самої системи, ентропія залежить від того, як ми розглядаємо систему та скільки інформації відомо про її функціонування [11]. Тому цілком логічно, що з посиленням і збільшенням ентропії стає важче зрозуміти логіку поведінки конкретного явища, ситуації чи системи.

Отже, враховуючи канони теорії інформації, міра впорядкованості банківської системи може бути охарактеризована так [12]:

$$R = 1 - (H / H_m), \tag{1}$$

де H – ентропія джерела інформації;

H_m – максимально можлива ентропія джерела інформації;

R – міра впорядкованості (відносна ентропія).

Аналізуючи наведену формулу 1, цілком очевидно, що величина показника міри впорядкованості (відносної ентропії) (R) перебуває в інтервалі від 0 до 1, тому її граничні значення (*R = 0*) відповідають відсутньому порядку в системі й характеризують міру ентропії, або показують досконалий порядок, коли R = 1,а рівень ентропії дорівнює 0 [13].

Сутність самоорганізації банківської системи полягає в тому, що суттєво підвищується рівень її впорядкованості, відповідно, й швидкість зміни показника відносної ентропії (R) повинна бути позитивною. Приріст (зміна) будь-якої незалежної змінної ототожнюється з її диференціалом, тоді самоорганізація банківської системи буде можливою за дотримання такої умови [13]:

$$\frac{dR}{dt} > 0. \qquad (2)$$

Використовуючи формулу 1, проведемо її диференціювання та отримаємо нерівність, яка й буде нам чітко показувати передумови самоорганізаційних процесів у банківській системі:

$$\frac{dR}{dt} = -\frac{H_m \frac{dH}{dt} - H \frac{dH_m}{dt}}{H^2{}_m} > 0. \qquad (3)$$

Враховуючи те, що знаменник дробу (3) завжди буде додатнім ($H^2{}_m > 0$), отримуємо умову виконання нерівності (2), тобто умову здійснення самоорганізації банківської системи:

$$H \frac{dH_m}{dt} > H_m \frac{dH}{dt} \qquad (4)$$

Отже, процес самоорганізації банківської системи буде можливим лише в тому випадку, коли рівень ентропії в поведінці банків і системи в цілому поступається зростаючій впорядкованості (відносній ентропії). Або. Іншими словами: самоорганізація банківської системи передбачає, що диференціал ентропії (dH) повинен бути меншим за диференціал максимальної ентропії (dH_m): $dH < dH_m$, що й буде означати відносне зростання впорядкованості в системі [9].

Аналізуючи отриману нерівність (4) й використовуючи доведення Г. Ферстера, розглянемо можливі випадки ентропії та її впливу на здатність банківської системи до самоорганізації й за отриманими результатами сформулюємо відповідні висновки.

По-перше, будемо вважати, що максимальна ентропія банківської системи є незмінною, тобто H_m = const, тоді похідна лівої частини нерівності (4) буде рівна нулю ($\frac{dH_m}{dt} = 0$), внаслідок чого отримуємо таку нерівність: $\frac{dH}{dt} < 0$. В даному випадку наявний найбільш зручний і очікуваний результат, коли за фіксованої величини максимальної ентропії самоорганізація банківської системи супроводжується зменшенням ентропії у її внутрішньому середовищі, тобто зростає впорядкованість системи. Завдяки цьому, в ході самоорганізації в банківській системі виявляється феномен когерентності (узгодженості) її елементів (банків) завдяки насиченню їхніх дій та взаємодії їх між собою ефективною управлінською інформацією. Саме це й витісняє ентропію (хаос) із банківської системи.

По-друге, розглянемо випадок, коли ентропія (кількість накопиченої в банківській системі управлінської інформації) банківської системи постійна, тобто H = const, тоді похідна правої частини нерівності (4) буде рівна нулю ($\frac{dH}{dt} = 0$), а умовою позитивної

швидкості зміни похідної буде: $H_m \frac{dH}{dt} > 0$. Звідси випливає висновок, слушно очікуваний для систем, що здатні до самоорганізації: незважаючи на потенційно можливе збільшення максимального значення ентропії H_m, системи, вона стримує поточне значення ентропії (Н) на попередньому рівні.

Саме в цьому й виявляється стабілізуючий вплив функції регулювання в банківській системі, адже незважаючи на посилення ринкових коливань і збурень, які намагаються збільшити хаотизацію, банківська система зберігає свою ентропію та порядок на постійно-необхідному рівні. Варто також відмітити, що за умови розширення банківської системи за рахунок утворення нових її елементів (банків), може відбутися послаблення управлінської функції регулювання системою, тому залишається актуальним питанням запровадження додаткових заходів із впорядкування функціонування банківської системи, тобто з підтримання постійного рівня її ентропії.

По-третє, особливий інтерес викликає загальний випадок, коли допускається можливість зміни обох видів ентропії: Н і H_m в нерівності (4). Відтак, піде мова про формалізацію універсальної властивості банківської системи, що здатна до самоорганізації. Як видно, нерівність (4) не вимагає наявності порогових значень ентропії, але, в той же час, зобов'язує дотримуватись головного співвідношення: добуток величини ентропії в банківській системи (Н) та швидкості нарощування в ній максимальної ентропії (H_m), що представлено в лівій частині нерівності, повинен перевищувати добуток її величини і швидкості зміни ентропії системи ($\frac{dH}{dt}$), що подано в правій частині нерівності [12]. При цьому, в динаміці функціонування банківської системи та зниження її одних показників може бути компенсовано зростанням інших показників за умови дотримання нерівності (4).

Зауважимо, що при цьому не виключається й узгоджена зміна показників. Так, для лівої частини нерівності (4) відзначимо: якщо поточне значення ентропії Н достатньо велике, то швидкість росту максимальної ентропії ($\frac{dH_m}{dt}$) може бути знижена в тій мірі, в якій така динаміка буде задовольняти вимогу умови нерівності (4). Цей висновок в повній мірі пояснюється концептуальним поглядом на досягнення самоорганізації в системі: якщо величина ентропії Н занадто велика, то пом'якшуються вимоги до нарощування потенційно максимальної ентропії $H_{m.}$ і, навпаки, коли зростає швидкість зміни максимальної ентропії системи, значення ентропії Н може «не поспішати» за нею. Так, наприклад, коли поведінка системи стає невпорядкованою, що починає загрожувати її цілісності, цілком природними й очевидними є прагнення до приборкання та призупинення подальшої ентропії функціонування банківської системи за допомогою посилення впливу керуючих органів шляхом використання ними регулюючої та управлінської інформації. Саме в цьому й знаходить свої відображення синергетичний принцип І. Пригожина, коли з хаосу в системі утворюється порядок, еволюціонуючи система зазнає перебудови й переходить у якісно новий стан [5, 14].

Аналогічні міркування наведемо й для правої частини нерівності (4). Для забезпечення процесу самоорганізації банківської системи сприятливою буде така ситуація, коли максимально можлива ентропія H_m прагне до збільшення, а швидкість росту ентропії ($\frac{dH}{dt}$) також залишається помірною. Також, згідно синергетичних постулатів, зменшення швидкості зміни максимально можливої ентропії системи сприяє приборканню поширенню потенційних хаотичних процесів і підвищенню порядку в системі. Одночасно з цим, якщо відбувається зменшення хоча б одного зі співмножників, інший може зростати в межах умови нерівності (4). Тому, за доволі хаотичного функціонування банківської системи доцільно зменшити поточну ентропію в системі за допомогою введення в систему з боку

керуючих структур управлінської інформації, в результаті чого впорядкованість її поведінки підвищиться.

Як випливає з вищевикладеного, процес самоорганізації банківської системи буде можливим лише в тому випадку, коли хаос в поведінці системи поступається зростаючій впорядкованості. Тобто, самоорганізація системи передбачає, що диференціал ентропії (dH) повинен бути меншим за диференціал максимальної ентропії (dH_m): $dH<dH_m$, що й буде означати відносне зростання впорядкованості в системі. Основними такими ознаками для банківської системи є такі:

- нестаціонарність (нелінійність) параметрів і стохастичність поведінки елементів системи;
- унікальність і непередбачуваність поведінки системи в конкретних умовах розвитку ринку;
- здатність системи адаптуватися до зміни умов зовнішнього середовища;
- здатність системи протистояти ентропійним (руйнівним) тенденціям і виявляти негентропійні тенденції;
- здатність системи напрацьовувати варіанти поведінки та змінювати свою структуру, зберігаючи при цьому цілісність і основні властивості;
- здатність і прагнення системи до цілеутворення, коли цілі функціонування формуються всередині на основі внутрішніх закономірностей розвитку системи;
- намагання системи використовувати енергію та ресурси не для підтримки стабільності та стійкості, а для забезпечення нерівноважного свого стану [15, 16].

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Подальші наукові дослідження будуть пов'язані з необхідністю поглиблення аналізу ефекту функціонування банківської системи від показника впорядкованості її поведінки, а також математичне моделювання сценаріїв втрати та відновлення стійкості банківської системи в нестабільному середовищі.

8. Висновки

Отримані нами результати дають право відзначити, що нелінійна динаміка уможливлює розкриття сутності процесу самоорганізації банківської системи як ланцюжку окремих фаз порядку та хаосу, які послідовно в процесі її функціонування змінюють одне одного. Самоорганізація банківської системи передбачає доволі складні типи її поведінки – відбуваються постійні переходи системи від рівноважного до нерівноважного станів, які за синергетичної методології відомі як «нерівноважні фазові переходи». Головною передумовою самоорганізаційних процесів у банківській системі є її ентропійна природа, що передбачає динамічні зміни порядку й хаосу. В дослідженні економічної природи та характерних рис самоорганізації банків виявляє себе ентропійна залежність стану розвитку банківської системи від кількості введеної до неї управлінської інформації.

Список літератури:

1) Руденко А.П. (2013). Самоорганизация и синергетика. Сложные системы. 2013. №2(7). С. 3-39.

2) Хакен Г. (2014). Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. М.: Ленард, 320с.

3) Якимцов В.В. (2015). Основні принципи теорії самоорганізації (синрегетики). Економіка і фінанси. №12. С. 42-50.

4) Чернавский Д.С. (2001). Синергетика и информация: Динамическая теория информации. М.: Наука, 244 с.

5) Николис Г., Пригожин И. (1979). Самоорганизация в неравновесных системах: пер. с англ. М.: Мир, 512 с.

6) Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учеб. пос. / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. (2006). М.: Финансы и статистика, 848 с.

7) Денисенко В. И., Решетов И. В. (2009). Модель и принципы применения механизмов самоорганизации в социально-экономических системах. Нелинейный мир. М.: Издательство «Радиотехника», 2009. №8. С. 626 -638.

8) Ферстер Г. (1964). О самоорганизующихся системах и их окружении.

Самоорганизующиеся системы: пер. с англ.; общ. ред. Т.Н. Соколова. М.: Мир, С. 113-139.

9) Веденяпин В. В., Аджиев С. З. (2014). Ентропия по Больцману и Пуанкаре. Успехи математических наук. Т.69. № 6(420). С. 45-80.

10) Штеренберг М.И. (2013). Ентропия – смысл и измерение. Сложные системы. №2(7). С. 82-91.

11) Shterenberg M. I. (2002). The place of synergetics in science. Scientific and technical information processing. Allertonpress, Inc. vol. 29, 4, pp. 19-22.

12) Чупров С.В. (2017). Энтропийно-информационный анализ самоорганизации и эффекта функционирования индустриальной экономической системы. Известия Байкальского государственного университета. Т. 27, №3. С. 443–449.

13) Экономика и менеджмент в условиях нелинейной динамики / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. (2017). СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 773 с.

14) Пригожин И. (2005). Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой: пер. с англ.; общ. ред. В.И. Аршинова, Ю.Л. Климонтовича и Ю.В. Сачкова. М.: КомКнига, 296 с.

15) Tsvetkov, V. Ya. (2013) Information interaction. European researcher. Series A. 11-1 (62). 2573-2577.

16) Tsvetkov, V. Ya. & Lobanov A. A.(2014) Big Data as Information Barrier. European researcher, Series A. Vol.(78), 7-1, 1237-1242.

Entropy processes in ensuring self-organization of the banking system

Natalia Tkachuk
Department of management, finance, banking and insurance, Khmelnytskyi University of Management and Law named after Leonid Yuzkov, Khmelnytskyi, Ukraine
ORCID 0000-0003-1947-7565

Abstract: By the nature of its behavior, the economic system today is non-stationary, unbalanced and unstable, which causes the emergence of non-linear processes in the functioning of the banking system. The theoretical questions of mutual influence and interconnection of entropy and information are considered in the paper, as well as their influence on the processes of self-organization in the banking system. The conditions for market transformations are accompanied by a growing influence on the banks' activity by the flow of destructive disturbances that can cause chaotic behavior of the economic system as a whole and the banking system, in particular. It is noted that the knowledge of the essence of entropy has today not only theoretical, but also practical significance for the development and implementation of the concept of self-organization of banks.From the point of view of the entropy approach the nature and conditions of self-organization in the banking system are disclosed. For the efficient functioning of the modern banking system, the search and analysis of the dependence between the entropy indicators, accumulated information and the synergistic effect taking into account dualism of chaos and order is of considerable interest. On the basis of the complex of these indicators, the results of the conducted research which reveal the dynamic properties of self-organization of the banking system are presented. It has been proven that the banking system has an entropic nature: with an increase in the management information

accumulated in it, its entropy decreases and the level of organization increases and the efficiency of operations increases. For the effective functioning of the modern banking system, the search and analysis of the dependence between indicators of entropy, accumulated information and synergistic effect, taking into account the dualism of chaos and order, is of great interest. Based on the complex of these indicators, the results of the conducted research are presented, which reveal the dynamic properties of self-organization of the banking system.

Keywords: banking system, synergetics, self-organization, level of orderliness, entropy, chaos.